

10/602,501
filed 6-24-03
JWP 9492534920

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-189201

[ST.10/C]:

[JP 2002-189201]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社堀場製作所

2003年 5月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3036494

【書類名】 特許願

【整理番号】 165X007

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地 株式会社堀場
 製作所内

 【氏名】 篠原 政良

【特許出願人】

 【識別番号】 000155023

 【氏名又は名称】 株式会社堀場製作所

【代理人】

 【識別番号】 100074273

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤本 英夫

 【電話番号】 06-6352-5169

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 017798

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9706521

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 浮遊粒子状物質濃度測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一定流量の大気をサンプルガスとして連続的にサンプリング管内に吸引し、このサンプリング管の下流側に設けられた真空チャンバ内において前記サンプルガス中の浮遊粒子状物質を捕集手段を用いて連続的に捕集し、この捕集した浮遊粒子状物質に対して β 線源から β 線を照射し、そのときの透過 β 線を検出器によって検出し、この検出器の出力を用いて β 線吸収方式により前記捕集した浮遊粒子状物質の濃度を測定するように構成された浮遊粒子状物質濃度測定装置において、前記検出器によって常時検出される α 線量を用いて、前記検出器における β 線検出値から、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響を除去するようにしたことを特徴とする浮遊粒子状物質濃度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、大気中の浮遊粒子状物質を測定するための浮遊粒子状物質濃度測定装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

大気中の浮遊粒子状物質 (S u s p e n d e d P a r t i c u l a t e M a t t e r : 以下、SPMという) を測定する装置として、一定流量の大気をサンプルガスとして連続的にサンプリング管内に吸引し、このサンプリング管の下流側に設けられた真空チャンバ内において前記サンプルガス中の浮遊粒子状物質をリボンフィルタに連続的に捕集し、この捕集した浮遊粒子状物質に対して β 線源から β 線を照射し、そのときの透過 β 線を検出器によって検出し、この検出器の出力を用いて β 線吸収方式により、捕集した浮遊粒子状物質の濃度を測定するものがある。

【 0 0 0 3 】

上記 β 線吸収方式のSPM濃度測定装置において、透過 β 線を検出する検出器

としては、一般に比例計数管が用いられている。この比例計数管は、 β 線のほかに α 線を検出することができる。この比例計数管は、図2における透過分布曲線A、Bからも理解されるように、 α 線（図中の曲線Aで示す）と β 線（図中の曲線Bで示す）の透過量のピーク P_A 、 P_B が異なるので、 α 線と β 線を検出する場合、大部分の波長領域で問題となることはない。しかし、図2における符号Cで示す部分は、 β 線と α 線が重なっているため、 β 線にとっては α 線は、前記C部分における分だけプラスの誤差要因となっている。

【0004】

また、自然界には、微量ながらも α 線（ラドンガス）や β 線が存在しており、 β 線吸収方式により捕集した浮遊粒子状物質の濃度を測定する場合、前記測定装置内の β 線源（密封線源）以外の放射性物質は全て誤差要因となり、 β 線吸収方式によるSPMの測定を正確に行えないこととなる。

【0005】

ところで、近時においては、粒径が $2.5\mu\text{m}$ 以下の微細なSPM（以下、PM $_{2.5}$ という）をも高感度に測定することが要求されるようになってきているが、前記 β 線に対する α 線による誤差影響や、自然界に存在する β 線による誤差影響が前記PM $_{2.5}$ を高感度に測定する場合に大きな障害となるため、これらの影響を可及的に小さくすることが望まれている。

【0006】

この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、自然界に存在する微量な α 線や β 線の誤差影響を除去した精度の高い測定結果を得ることができる浮遊粒子状物質濃度測定装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明では、一定流量の大気をサンプルガスとして連続的にサンプリング管内に吸引し、このサンプリング管の下流側に設けられた真空チャンバ内において前記サンプルガス中の浮遊粒子状物質を捕集手段を用いて連続的に捕集し、この捕集した浮遊粒子状物質に対して β 線源から β 線を照射し、そのときの透過 β 線を検出器によって検出し、この検出器の出力を用いて

β 線吸収方式により前記捕集した浮遊粒子状物質の濃度を測定するように構成された浮遊粒子状物質濃度測定装置において、前記検出器によって常時検出される α 線量を用いて、前記検出器における β 線検出値から、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響を除去するようにしている。

【0008】

具体的には、検出器によって、主測定に用いる β 線のほかに、 α 線（ラドンガス）をも常時検出し、この検出によって得られた α 線量を用いて補正係数 F_1 を計算によって作成し、この補正係数 F_1 を用いて、図2における符号Cで示す部分の α 線（ラドンガス）量を算出する。また、自然界に存在する β 線については、前記検出された α 線量を用いて補正係数 F_2 を計算によって作成し、この補正係数 F_2 を用いて自然界の β 線量を算出する。そして、前記検出器によって得られる β 線量から、前記 α 線および β 線にそれぞれ由来する誤差値を引き算してこれをキャンセルする。このようにすることにより、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響が除去され、 β 線吸収方式のSPM濃度測定装置において、精度の高い透過 β 線値が得られ、この透過 β 線値を所定の演算式によって演算することにより、SPMを高精度に測定することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の詳細を、図を参照しながら説明する。図1は、この発明のSPM濃度測定装置の構成の一例を概略的に示すもので、この図において、1は測定装置本体である。この測定装置本体1は、以下のように構成されている。すなわち、2は真空チャンバで、その内部には、供給リール3から繰り出され、巻き取りリール4に巻き取られる適宜幅の捕集手段としてのリボンフィルタ5が走行するとともに、このリボンフィルタ5の一方の側（下方側）には、リボンフィルタ5の一方の面（上面）に捕集されたSPM6の堆積層6aに対して β 線を照射する β 線源7が設けられ、他方の側（上方側）には、前記堆積層6aを透過した β 線を検出するための検出器8が設けられている。この検出器8は、例えば比例計数管よりなり、検出した β 線の強度に応じた信号を出力するとともに、 α 線を検出する機能をも備えており、検出した α 線の強度に応じた信号を出力するもの

で、 β 線吸収方式によってSPM6の濃度を測定できるとともに、 α 線の強度をも測定することができる。なお、9a, 9bは補償チャンバである。10は検出器8と補償チャンバ9bとの間に所定の直流電圧を印加する電源である。

【0010】

そして、11は前記真空チャンバ2や補償チャンバ9aを所定の真空状態に排気する排気系統で、ガス流量調整器12を介して真空ポンプ13が接続されるとともに、サンプルガスSGの流量を測定するガス流量計14が設けられている。

【0011】

また、15は真空チャンバ2に対して、一定流量の大気をサンプルガスSGとして供給するサンプリング管で、その最上流端には分粒器16が設けられている。この分粒器16は、サンプリング管15内に吸引されたサンプルガスSG中に含まれるSPM5を分級するもので、所定の粒径を超えるSPMを捕捉し、所定の粒径以下のSPMのみを真空チャンバ2側に通過させるものである。

【0012】

17は前記測定装置本体1を制御し、測定装置本体1側からの信号を処理する演算制御部で、18は各種の演算を行うCPU、19はアナログ信号をデジタル信号に変換したり、デジタル信号をアナログ信号に変換する信号変換器、20は検出器8の出力が入力されるアンプ、21はガス流量計14や他のセンサ22からの検出出力が入力されるアナログI/O、23はデジタルI/O、24はRAM、25は電氣的消去の可能なROM、26は演算結果などを表示するディスプレイ、27は入力キーである。また、28a, 28bは外部接続端子としてのCOM1、COM2である。

【0013】

上記構成のSPM濃度測定装置の作動について説明すると、真空ポンプ8をオンにすると、大気が分粒器16を介してサンプリング管15内にサンプルガスSGとして吸引される。このとき、サンプリング管15内に吸引されたサンプルガスSG中に含まれるSPMのうち、所定の粒径を超えるものが除去され、所定の粒径以下のSPM（以下、分粒されたSPMという）を含んだサンプルガスSGが下流側（真空チャンバ2側）に移動する。

【 0 0 1 4 】

その後、前記分粒された SPM を含むサンプルガス SG は、サンプリング管 15 を経て真空チャンバ 2 内に導入され、リボンフィルタ 5 を通過するが、このとき、前記分粒された SPM は、リボンフィルタ 5 の上面にスポット状に堆積し、堆積層 6 a を形成する。この堆積層 6 a に β 線源 7 から β 線が照射されると、この β 線は分粒された SPM およびリボンフィルタ 5 による吸収を受けるが、透過した β 線は検出器 8 によって検出される。検出器 8 から出力される信号 S には、受光した β 線に比例した信号 B のほかに α 線に比例した信号 A も含まれており、この信号 S はアンプ 20、信号変換器 19 を経て CPU 18 に入力される。

【 0 0 1 5 】

前記 CPU 22 においては、まず、前記検出器からの信号 S に含まれる α 線量を用いて補正係数 F_1 を計算によって作成し、この補正係数 F_1 を用いて、図 2 における符号 C で示す部分の α 線（ラドンガス）量を算出する。そして、前記信号 S には自然界に存在する β 線に由来する透過 β 線量も含まれているので、前記検出された α 線量を用いて補正係数 F_2 を計算によって作成し、この補正係数 F_2 を用いて前記自然界の β 線量を算出する。

【 0 0 1 6 】

その後、前記検出器によって得られる透過 β 線量から、前記 α 線および β 線にそれぞれ由来する誤差値を引き算してこれをキャンセルし、補正後の透過 β 線量を求める。このようにすることにより、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響が除去され、 β 線吸収方式の SPM 濃度測定装置において、精度の高い透過 β 線値が得られる。この透過 β 線値から、リボンフィルタ 5 に付着した SPM の質量 m [μ g] を求めるには、以下の公知の演算式 (1) を用いる。

$$m = F \times \ln(R_0 / R) \quad \dots\dots (1)$$

ただし、

R_0 ; 空のリボンフィルタの β 線散乱強度 [I / s]

R ; SPM 捕集後のリボンフィルタの β 線散乱強度 [I / s]

F ; 校正係数 [μ g/ m^3]

【 0 0 1 7 】

前記校正係数 F は、 β 線散乱強度を SPM の質量に換算するための係数で、 $F = A / (\mu / \rho)$ で表される。ここで、 $A [cm^3]$ はリボンフィルタの測定断面積 $[cm^3]$ であり、 $\mu / \rho [cm/mg]$ は、 β 線源 7 の固有の質量崩壊係数 $[cm/mg]$ である。

【0018】

前記 (1) 式によって求められる SPM の質量と、サンプルガス SG の流量および圧力を補正することにより、 SPM 濃度 $B [\mu g/m^3]$ が得られる。

【0019】

自然界に存在する α 線や β 線の量は、場所により、また、時間によって全く異なっている。上述のように、 β 線吸収方式の測定に用いる検出器によって、 β 線のみならず α 線の測定を連続して行い、この測定された α 線から、本来の測定に用いる β 線の検出値に影響を与えている部分の α 線の量を求め、この α 線量に基づいて自然界に存在する β 線の量をも算出し、前記 α 線および β 線に由来する透過 β 線量に与える誤差量を、前記透過 β 線量から差し引くことにより、前記自然界に存在する α 線や β 線の誤差影響を除去した透過 β 線量を得ることができ、これに基づいて演算を行うことにより、 SPM を高精度に測定することができるのである。

【0020】

より具体的には、自然界に存在する α 線の量および β 線の量をそれぞれ $N\alpha$ 、 $N\beta$ とし、 α 線を検出する検出器の感度を $eff(\alpha)$ 、 β 線を検出する検出器の感度を $eff(\beta)$ とすると、下記 (2) 式が成り立つことが知られている。

$$N\alpha \cdot eff(\alpha) / N\beta \cdot eff(\beta) = 3.5 \quad \dots\dots (2)$$

上記数値 3.5 および $N\alpha$ 、 $N\beta$ は、理論上特定できる値である。よって、自然界に存在する α 線および β 線の誤差影響を除去した透過線量を R_1 、測定された α 線、 β 線の量をそれぞれ $R(\alpha)$ 、 $R(\beta)$ とすると、下記 (3) 式が成立する。

$$R_1 = R(\beta) - R(\alpha) \cdot 3.5 \quad \dots\dots (3)$$

したがって、前記 (3) 式を用いて透過線量を補正することにより、 SPM をより高精度に測定することができるのである。

【 0 0 2 1 】

なお、検出器 8 としては、シンチレーション検出器や半導体検出器など他の放射線検出器を用いてもよい。

【 0 0 2 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明においては、検出器によって常時検出される α 線量を用いて、前記検出器における β 線検出値から、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響を除去するようにしているので、従来に比べて、精度の高い測定結果を得ることができるようになった。したがって、この発明の SPM 濃度測定装置によれば、PM2.5 のような絶対量の少ない微細な SPM をも高精度で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の浮遊粒子状物質濃度測定装置の構成の一例を概略的に示す図である。

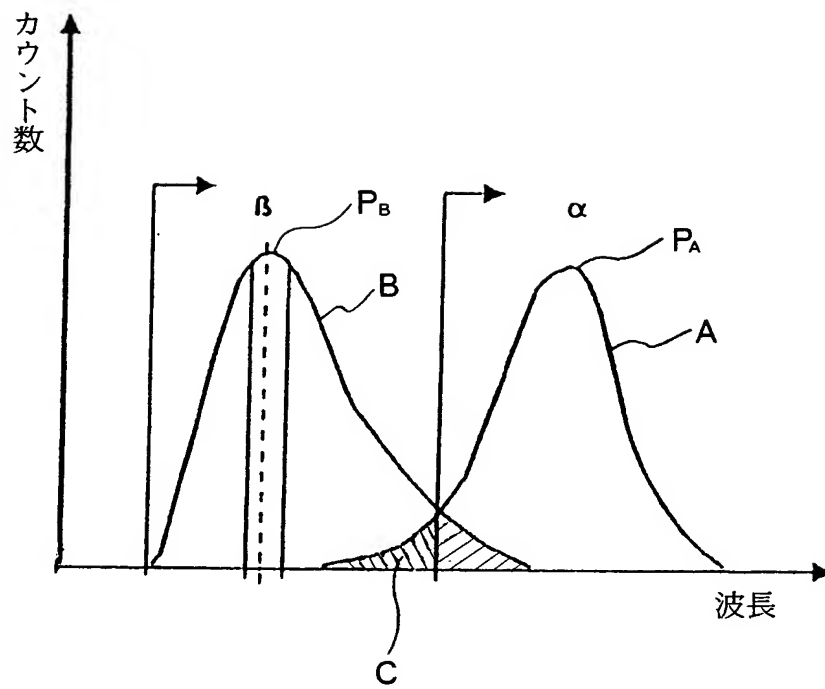
【図 2】

比例計数管における α 線と β 線の透過分布の状態を示す図である。

【符号の説明】

2 … 真空チャンバ、5 … 捕集手段、6 … 浮遊粒子状物質 (SPM)、7 … β 線源、8 … 検出器、15 … サンプリング管、SG … サンプルガス。

【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自然界に存在する微量な α 線や β 線の誤差影響を除去した精度の高い測定結果を得ることができる浮遊粒子状物質濃度測定装置を提供すること。

【解決手段】 一定流量の大気をサンプルガスSGとして連続的にサンプリング管15内に吸引し、このサンプリング管15の下流側に設けられた真空チャンバ2内において前記サンプルガスSG中の浮遊粒子状物質6を捕集手段5を用いて連続的に捕集し、この捕集した浮遊粒子状物質6に対して β 線源7から β 線を照射し、そのときの透過 β 線を検出器8によって検出し、この検出器8の出力を用いて β 線吸収方式により前記捕集した浮遊粒子状物質の濃度を測定するように構成された浮遊粒子状物質濃度測定装置において、前記検出器8によって常時検出される α 線量を用いて、前記検出器8における β 線検出値から、自然界に存在する α 線および β 線に由来する誤差影響を除去するようにした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 1 8 9 2 0 1
受付番号	5 0 2 0 0 9 4 8 7 0 7
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 4 年 7 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 6月28日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 5 5 0 2 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 3 日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地

氏 名 株式会社堀場製作所